

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)5月7日

H 01 L 21/30
G 03 F 7/00Z-6603-5F
7124-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 レジストパターンの形成方法

⑮ 特 願 昭59-211678

⑯ 出 願 昭59(1984)10月9日

⑰ 発 明 者 重 光 文 明 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝多摩川工場内
⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地
⑲ 代 理 人 弁 理 士 猪 股 清 外3名

明 細 書

1. 発明の名称 レジストパターンの形成方法

2. 特許請求の範囲

1. 基板上にレジスト膜を塗布形成してベーキングをする第1の工程と、所定波長域の電磁波あるいは所定エネルギーの粒子線を前記レジスト膜に選択的に照射して露光する第2の工程と、ベーキングによって前記レジスト膜を転移温度以上に加熱する第3の工程と、前記レジスト膜を転移温度未満の温度まで所定の速度で冷却する第4の工程と、冷却後の前記レジスト膜を現像処理する第5の工程とを備えるレジストパターンの形成方法。

2. 前記第4の工程におけるレジスト膜の冷却は放射熱伝達により行うようにした特許請求の範囲第1項記載のレジストパターンの形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は半導体装置の製造工程に係り、特にレジストパターンの形成方法に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

超LSIをはじめとする半導体装置の集積度が高まるにつれて、微細にしてかつ高精度のパターン形成技術が要求されている。このため、許容される寸法精度は非常に厳しいものとなり、最先端分野では6インチマスク或いは5インチウェハ内で $3\sigma \leq 0.1\mu m$ (但し σ はウェハの平均寸法値に対するばらつきを示す)の寸法精度が要求され始めている。また、量産ラインで使用されるためにはマスク間或いはウェハ間での寸法変動を $3\sigma \leq 0.15\mu m$ に抑えることが必要であり、一方量産効果を高めるためには高感度のレジストが必要とされると共に、使用する露光装置(エネルギー照射装置)に適合した感度にすべくレジスト膜の感度制御が必要となっている。

ところで従来、レジストパターンを形成する場

合には、第5図のフローチャートに示すような方法が採用されている。まず、被処理板（例えばマスク基板）上にレジストを回転塗布法や浸漬法により塗布する（ステップ100）。次いで、基板上のレジスト膜を所定の温度（ T_b ）でオープン或いは熱板等の加熱手段で加熱してプリベークを行なう（ステップ101）。次いで所定時間だけプリベークした後に、レジスト膜を塗布した被処理板を常温、常圧中で20～30分間程度自然放冷して室温まで冷却する（ステップ102）。次いで、冷却後の基板上のレジスト膜にそのレジストに応じた所定の露光量で露光を行ない（ステップ103）、更に所定の現像処理（ステップ104）およびリンス処理を施してレジストパターンを形成する。

しかしながら第5図に示した従来方法では、高感度のレジストは解像性が劣るために所望の寸法精度を得ることが難しく、逆に高解像性を有するレジストは低感度であるため量産ラインで必要とする高スループットが得られないという問題がある。

成方法を提供するものである。

本発明に係る上記の如きレジストパターンの形成方法は、下記の3つの知見にもとづいてなされている。

第1の知見は、第5図に示す従来方法ではプリベーク後にレジスト膜が被覆された被処理板を自然冷却するため、例えば被処理板を立置きした場合には、第6図に示すような異なる温度の等温線 T_1 、 T_2 、 T_3 （ $T_1 > T_2 > T_3$ ）が被処理板で生じるということである。ここで、第6図は被処理板の冷却中におけるある時間の状態を示しており、時間経過に伴って刻々と変化する。第6図に図示する等温線をもつ被処理板上のレジスト膜を露光、現像処理した後のレジストパターンの寸法分布を精密に測定した結果、寸法分布と温度分布に強い相関関係があることがわかった。

第2の知見は、上記の被処理板の自然放冷時において被処理板を立置きにした場合の冷却速度は、第7図に示すような冷却曲線Aに従う速度で冷却される上部と、冷却曲線Bに従う速度で冷却され

った。また、レジストの感度調整を同一レジストで行うことが難しく、露光条件上もプロセス上も制約された条件下でしか使用できず、適切な条件下でのレジストパターンを形成することができなかった。また、プリベーク後の被処理板上のレジスト膜の感度に差が生じ、高精度のレジストパターンの形成が困難になるという欠点があった。

（発明の目的）

本発明は上記の如き従来技術の欠点を克服するためになされたもので、レジスト膜の感度の安定化を図ると共に任意の感度条件を選択することを容易にし、もって高精度のレジストパターンを再現性よく形成しうるようにしたレジストパターンの形成方法を提供するものである。

（発明の概要）

上記の目的を達成するため本発明は、レジスト膜を露光した後にベークングによって転移温度以上まで加熱し、次いで所定の速度でレジスト膜を冷却して転移温度未満にした後に、レジスト膜の現像処理を行うようにしたレジストパターンの形

成方法を提供するものである。第7図に図示する曲線Aで冷却された被処理板上のレジスト膜部分の感度について調べたところ、第8図に示す曲線A'のような感度特性を示すことがわかった。同様に第7図に図示する曲線Bで冷却された被処理板上のレジスト膜部分の感度は、第8図に図示する曲線B'のような感度特性を示すことがわかった。これにより冷却速度と感度特性の間には強い相関関係があり、これらがパターン寸法の差異を生じさせる原因であることがわかった。

第3の知見は、第5図に示す従来方法のプリベーク、自然放冷を経たレジスト膜であっても、露光後、現像処理前に該レジスト膜のガラス転移点温度 T_g を越える温度でベークを行なった後、冷却速度を変化させることによって感度が大幅に変化させることができるということである。また、プリベークなどの際のレジスト膜に対する熱履歴がどのようなものであっても、現像前に改めて上記のように T_g を越える温度でベークした後、冷

却速度を変化させることによって感度を変化させるということがわかった。

以上の事から、第5図に示す従来技術では冷却過程での冷却速度を制御していないため、冷却条件により感度がふらつき、それが高精度のレジストパターンの形成を困難にしている原因であることがわかった。

(発明の実施例)

以下、添付図面の第1図乃至第4図を参照して実施例にもとづき本発明を詳細に説明する。第1図は本発明に係るレジストパターンの形成方法を説明するフローチャートである。レジスト膜の塗布およびプリベークの工程は第5図に示す従来の工程と同様である(ステップ100、101)。プリベークの後にはレジスト膜の冷却がなされるが、この冷却過程は自然放冷その他のいかなる方法によってもよく、その熱履歴は問われない(ステップ201)。次いでレジスト膜の露光が行なわれるが、この工程も第5図の従来工程と同様である(ステップ103)。

図であり、第3図は第2図に示す装置の要部拡大断面図である。底部を除く壁体が断熱材料で形成されたチャンバ1の底部には薄いガラス板2が設けられている。このチャンバ1内の上壁には冷却媒体(例えば水)が流通する扁平状の中空体3が水平に配設されており、この中空体3の両端は冷却配管4a、4bを介して冷却流体リザーバ5に連結されている。入側の冷却配管4aにはポンプ6が介装されている。また、中空体3の下面には吸収率~90%の酸化アルミニウムからなる受熱板7が水平に設けられている。更に、チャンバ1の左側壁にはバルブ8₁を介装したリーク用配管9が連結されており、チャンバ1の右側壁にはバルブ8₂を介装した吸引配管10が連結されている。この吸引配管10の他端は真空ポンプ11に連結されている。チャンバ1底部のガラス板2には上下動可能でガラス板2と密接乃至離隔するホットプレート12が配設されている。

次に、第2図および第3図に示す加熱冷却装置を用いてレジストパターンを形成する方法を具

露光の後に本発明の第1の特徴である現像前ベークがなされる(ステップ202)。このベークに要する時間は、レジスト膜のガラス転移温度T_gを超えるまでの時間で十分である。例えばポジ型の電子線感応レジストポリ(メチルメタクリレート)、ポリ(フロロエチルαクロロアクリレート)の場合には、ベーク時間は5分で充分であった。

この現像前ベークの後に本発明の第2の特徴である速度制御された冷却がなされる(ステップ203)。この冷却速度を制御あるいは選択することによって、レジスト膜の感度を制御あるいは選択することができる。この冷却工程の後には従来方法と同様にして現像処理(ステップ104)リンス処理等がなされる。

次に添付図面の第2図および第3図を参照して、第1図に示す本発明方法を実現する加熱冷却装置の一例を説明する。

第2図は本発明の一実施例に係るレジストパターンの形成工程に用いられる加熱冷却装置の概略

的に説明する。

まず、ブランクマスク上にガラス転移温度(T_g)≧100℃のEBレジスト(ポリメチルメタクリレート)を回転塗布して厚さ0.16μmのレジスト膜を形成する(レジスト塗布)。その後、180℃で1時間程度オープン等によりプリベークし、室温まで冷却する。なお、露光工程の後には現像前ベーク、温度コントロール付冷却工程が用意されているので、この冷却過程は前述のようにいかなる方法によるものであってもよい。その後、所定のパターンを電子線露光で描く。

次いで、第2図及び第3図に示す如くブランクマスク13を該マスクと同材質のカセット14に収容し、その状態でカセット14をチャンバ1のガラス板上にレジスト膜が上面朝となるように水平にセットする。次いで、バルブ8₁を開じてバルブ8₂を開き、真空ポンプ11を作動してチャンバ1内のガスを排気して真空度を10⁻⁴torr程度とした後、ホットプレート12のヒータを加熱してブランクマスク13上のレジスト膜を180

で5分間ベークする(現像前ベーク)。現像前ベーク終了後、直ちにホットプレート12を下方に移動させてガラス板2に対して離開させた後、ポンプ6を作動して冷却流体リザーバ5内の水を冷却配管4a、中空体3、冷却配管4bを通して循環させて、中空体3下面の受熱板7を十分に冷却する。この時、チャンバ1内は高真空状態に保たれているため、受熱板7による放射熱伝達のみでブランクマスク13上のレジスト膜が均一に所定の速度で冷却される。ブランクマスク13上のレジスト膜の表面温度がそのT_gより低くなった時に、バルブ8₁を開いてリーク用配管9を通してN₂ガスを10分間程度供給した後、カセット14と共にブランクマスク13をチャンバ1から取り出す。

次いで、MIBK現像液(液温25℃)で13分間現像処理を行いIAAリンス液(液温25℃)での30秒間のリンス処理を施してブランクマスク上にレジストパターンを形成する。なお上記の現像処理にあたっては、現像前ベーク後の冷却工

或いは冷却した窒素ガス、アルゴンガス又はフロンガス等を用いてもよい。

また、本発明方法は第2図及び第3図に図示する加熱冷却装置を用いて現像前ベーク、速度制御付均一冷却を行なう場合に限定されない。例えば第4図に示す如く、底部に搬送ベルト15が配置された偏平型のチャンバ1'内の上部に受熱板7を水平に配置し、チャンバ1'内にカセット14と共にセットしたブランクマスク13表面のレジスト膜と受熱板7との距離dが7mm以下と近接して配置できるような構造の加熱冷却装置を用いてもよい。

このような加熱冷却装置より、カセット14のブランクマスク13のレジスト膜をホットプレート12による加熱によって現像前ベークし、ホットプレート12を下方に移動させた後、中空体3内に水を流通させて受熱板7を冷却すれば、プリベークされたブランクマスク13上レジスト膜は受熱板7に対して7mm以下と密しく近接して配置されているため、チャンバ内を高真空状態にした

程で冷却速度によってコントロールされたレジストパターンの感度に応じて現像条件(現像液濃度・温度等)を選択するようにする。

このようにして上記の加熱冷却装置によりレジスト膜の描画後に現像前ベーク、均一冷却を施した場合には、ブランクマスクの面内での感度均一化により目的とする高精度のレジストパターンを形成することができる。また現像前ベークの後の冷却速度を制御することによって、所望の感度のレジストパターンを得て、現像条件を感度に合わせて適当に選ぶことにより現像時間を大幅に短縮することができる。

なお上記の実施例において、受熱板として吸収率の異なる材料を用いて放射熱伝達のみでブランクマスク上のレジスト膜の均一冷却を行なうことによって、感度の安定化と共に、レジスト膜の感度を8μc/cm²~0.5μc/cm²の範囲で変化させることができる。

上記実施例では冷却流体リザーバ内の冷却媒体として水を用いたが、この代りに他の冷却液体、

のと同様、放射熱伝達のみでレジスト膜が冷却され、その結果均一冷却がなされる。従って、第4図に図示する装置では、チャンバ1'内を高真空にするための真空ポンプを付設せずに均一冷却を行なうことができるという利点がある。

(発明の効果)

上記の如く本発明では、レジスト膜を露光した後にベーキングによってガラス転移温度以上まで加熱し、次いで所定の速度で均一にレジスト膜を冷却してガラス転移温度未満にした後に、レジスト膜の現像処理を行うようにしたので、レジスト膜の感度の安定化を図ると共に任意の感度条件を選択することを容易にし、もって高精度のレジストパターンを再現性よく形成しうるようにしたレジストパターンの形成方法を得ることができる。

また、本発明では、現像前ベーク後の冷却工程における冷却速度を上げることによりレジストの増感効果を奏することができるので、現像時間を大幅に短縮してスループットの低下を抑えることができる。さらに本発明では、現像前のベークを

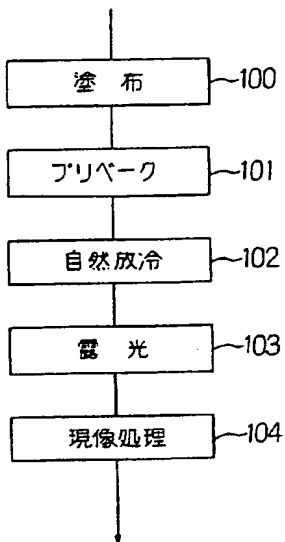
することによってそれ以前のレジスト膜の熱履歴を無視できるので、プリベーク後の冷却、露光あるいは露光条件に起因するレジスト面内の感度のばらつきを除去し、高精度のレジストパターンを形成することができる。

4. 図面の簡単な説明

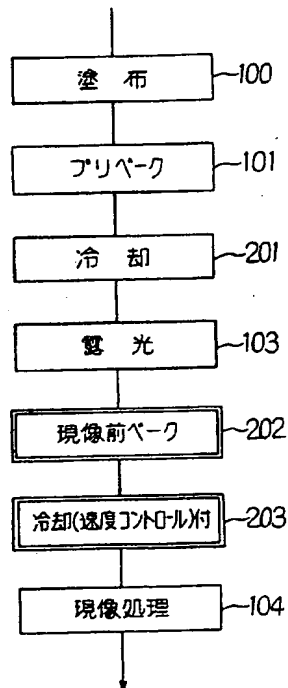
第1図は本発明方法の工程を説明するフローチャート、第2図は本発明の一実施例を実現するための加熱冷却装置の一例の概略図、第3図は第2図に示す装置の要部を拡大した断面図、第4図は本発明の一実施例を実現するための加熱冷却装置の他の例の要部の断面図、第5図は従来方法の工程を説明するフローチャート、第6図はプリベーク後の被処理板を立置きにして自然放冷した時の温度等高線の説明図、第7図はプリベーク後の被処理板を立置きにして自然放冷した時の冷却過程を示す特性図、第8図は第7図に図示した異なる冷却過程のレジスト部分における露光量と膜厚残存率の関係を示す特性図である。

出願人代理人 猪 股 清

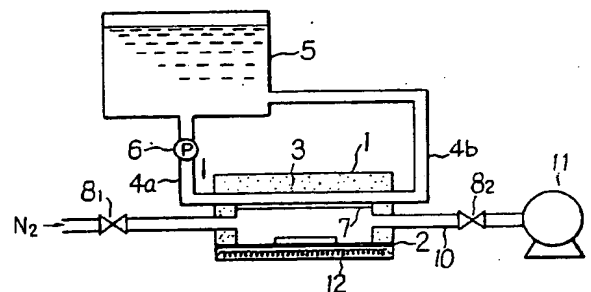
第5図



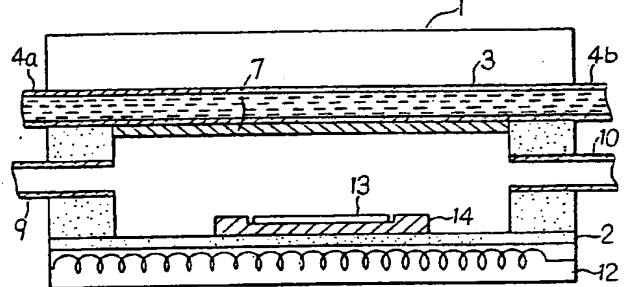
第1図



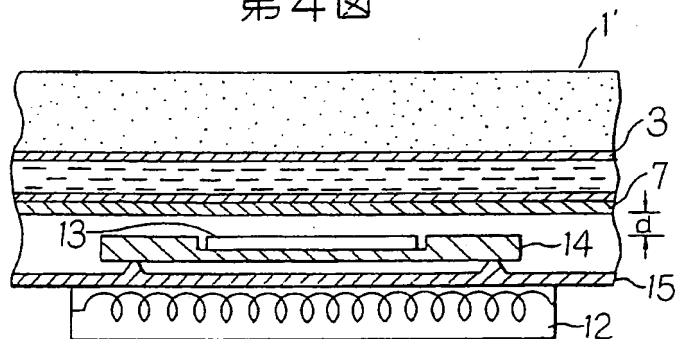
第2図



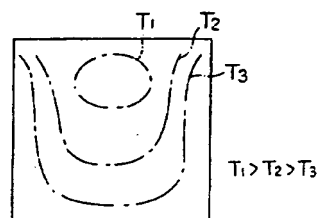
第3図



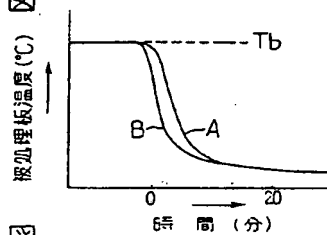
第4図



第6図



第7図



第8図

